

日本国特許庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

09/884147  
06/20/01  
U.S. PTO  
1986

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application: 2000年 6月22日

出願番号

Application Number: 特願2000-187977

出願人

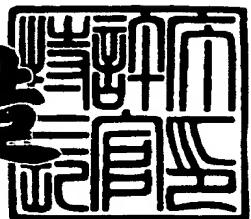
Applicant(s): 古河電気工業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2000年11月17日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3096212

【書類名】 特許願  
【整理番号】 A00172  
【提出日】 平成12年 6月22日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01S 3/43  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内  
【氏名】 古橋 千穂美  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内  
【氏名】 愛清 武  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内  
【氏名】 古関 敬  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005290  
【氏名又は名称】 古河電気工業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100093894  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 五十嵐 清  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 000480  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9108379

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体レーザモジュールおよび半導体レーザモジュールの駆動方法ならびに半導体レーザモジュールを用いた通信機器

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールにおいて、上記サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させ、かつ、サーモモジュールに通電する電流量に応じて半導体レーザ素子の温度を可変調整する構成と成し、上記サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路上にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路が設けられ、このバイパス通路には上記加熱方向を順方向としたダイオードと、該ダイオードと逆向きのツェナーダイオードとが直列に設けられており、上記バイパス通路とダイオードとツェナーダイオードは加熱方向の電流をサーモモジュールとバイパス通路に分流通電させて加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを抑制する過電流制限手段と成していることを特徴とする半導体レーザモジュール。

【請求項2】 サーモモジュールはペルチ工素子を第1の基板と第2の基板により挟み込んで構成され、上記第1の基板と第2の基板のうちの何れか一方側に半導体レーザ素子が配置されてサーモモジュールと熱的に接続されており、また、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光して光ファイバに導入するためのレンズを有し、このレンズは該レンズの取り付け用部材を固定している熱溶融接続材料を介してサーモモジュールの半導体レーザ素子を配置している側の基板と熱的に接続される構成と成していることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザモジュール。

【請求項3】 光ファイバはレーザ光が入射する端部に半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光するレンズが形成されているレンズ付光ファイバであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の半導体レーザモジュール。

【請求項4】 サーモモジュールはペルチ工素子を第1の基板と第2の基板

により挿み込んで構成され、上記第1の基板と第2の基板のうちの何れか一方側に半導体レーザ素子が配置されてサーモモジュールと熱的に接続されている構成を備え、上記半導体レーザ素子とサーモモジュールはパッケージ内に収容配置されており、上記パッケージには該パッケージの内部から外部に通じる貫通孔が設けられ、この貫通孔には光ファイバ支持部材が嵌合装着され、この光ファイバ支持部材に設けられた挿通孔を通して光ファイバの端部側がパッケージの外部から内部に導入されており、サーモモジュールの半導体レーザ素子を配置した側の基板は上記光ファイバ支持部材と熱的に独立し、サーモモジュールの半導体レーザ素子を配置した側の基板から上記光ファイバ支持部材を介してパッケージの外部への熱の放出が制限されることを特徴とした請求項1又は請求項2又は請求項3記載の半導体レーザモジュール。

【請求項5】 半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールの駆動方法において、上記サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させ、かつ、サーモモジュールに通電する電流量に応じて半導体レーザ素子の温度を可変調整する構成と成し、このサーモモジュールを半導体レーザ素子に熱的に接続し、サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路を設け、このバイパス通路には上記加熱方向を順方向としたダイオードと、該ダイオードと逆向きのツェナーダイオードとを直列に設けた状態で、ツェナーダイオードの両端の電圧がツェナーダイオードに予め設定されている閾値を越えたときに前記加熱方向の電流をバイパス通路に分流してサーモモジュールへの加熱方向の過電流通電を抑制することを特徴とした半導体レーザモジュールの駆動方法。

【請求項6】 半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールを備えた通信機器において、上記サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を

変化させ、かつ、サーモモジュールに通電する電流量に応じて半導体レーザ素子の温度を可変調整する構成と成し、上記サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路上にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路が設けられ、このバイパス通路には上記加熱方向を順方向としたダイオードと、該ダイオードと逆向きのツェナーダイオードとが直列に設けられており、上記バイパス通路とダイオードとツェナーダイオードは加熱方向の電流をサーモモジュールとバイパス通路に分流通電させて加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを抑制する過電流制限手段と成していることを特徴とする通信機器。

**【請求項 7】** 過電流制限手段は半導体レーザモジュールの電源装置内に設けたことを特徴とする請求項 6 記載の通信機器。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明が属する技術分野】**

本発明は、光通信の分野で用いられる半導体レーザモジュールおよび半導体レーザモジュールの駆動方法ならびに半導体レーザモジュールを用いた通信機器に関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】**

図7（a）には半導体レーザモジュールの一構造例が断面により模式的に示され、図7（b）には図7（a）に示す半導体レーザモジュールの電気配線の一例が示されている。図7（a）に示す半導体レーザモジュール1は半導体レーザ素子2と光ファイバ3を光学的に結合させてモジュール化したものである。

**【0003】**

すなわち、図7（a）に示すように、パッケージ4の内底壁面4a上にサーモモジュール5が設けられている。このサーモモジュール5は複数のペルチ工素子5aが例えば、アルミナ、窒化アルミ等の絶縁基板から成る板部材5b, 5c（第1の基板、第2の基板）によって挟み込まれた形態と成している。この例では、上記板部材5bが上記パッケージ4の内底壁面4a上に固定され、この板部材

5 b にペルチ工素子 5 a の放熱側が半田により設置され、このペルチ工素子 5 a の吸熱側に上記板部材 5 c が半田により固定されている。

#### 【0004】

このようなサーモモジュール 5 は上記ペルチ工素子 5 a に流す電流の向きに応じて発熱動作（加熱動作）と吸熱動作（冷却動作）が変化し、また、その発熱量や吸熱量はペルチ工素子 5 a の通電電流量に応じて変化するものである。

#### 【0005】

このようなサーモモジュール 5 の上側（つまり、板部材 5 c 上）には部品の取り付け用部材である基板 6 が半田（例えば、InPbAg 共晶半田（融点 148 ℃））により固定設置されている。この基板 6 の上側には支持部材 7, 8 とレンズ 9 が固定されている。上記支持部材 7 には上記半導体レーザ素子 2 が配置されると共に、半導体レーザ素子 2 の温度を検知するためのサーミスタ 10 が設けられている。上記支持部材 8 には上記半導体レーザ素子 2 の発光状態を監視するモニター用のフォトダイオード 11 が配設されている。上記半導体レーザ素子 2 としては、例えば、1310 nm 帯および 1550 nm 帯の信号光波長帯のものや、1480 nm 帯や 980 nm 帯等の光ファイバ増幅器の励起光の波長帯のものが一般的に用いられている。

#### 【0006】

パッケージ 4 の側壁 4 b には貫通孔 4 c が形成され、この貫通孔 4 c にはコバル（商標名）等から成る光ファイバ支持部材 12 が嵌合装着されている。この光ファイバ支持部材 12 は挿通孔 12 a を有し、光ファイバ 3 の端部側がパッケージ 4 の外部から上記挿通孔 12 a の内部に導入されている。また、挿通孔 12 a の内部には上記光ファイバ 3 の先端と間隔を介してレンズ 14 が配設されている。

#### 【0007】

上記パッケージ 4 には、図 7 (b) に示すように、リードピン 16 が複数本（図 7 (b) に示す例では 14 本）外部に向けて突出形成されている。また、パッケージ 4 の内部には上記半導体レーザ素子 2、サーモモジュール 5、サーミスタ 10、フォトダイオード 11 を上記リードピン 16 に導通接続させるための導体

パターンやリード線等の導通手段17が設けられている。それら導通手段17とリードピン16によって、上記半導体レーザ素子2、サーモモジュール5、サーミスタ10、フォトダイオード11をそれぞれ半導体レーザモジュール駆動用の駆動制御手段（図示せず）に導通接続させることができる。

## 【0008】

具体的には、図7（b）に示す例では、上記半導体レーザ素子2は上記導通手段17とリードピン16（16g, 16h）によって、また、サーモモジュール5は上記導通手段17とリードピン16（16a, 16f）によって、さらに、サーミスタ10は導通手段17とリードピン16（16b, 16e）によって、また、上記フォトダイオード11は導通手段17とリードピン16（16c, 16d）によってそれぞれ上記駆動制御手段に導通接続される。

## 【0009】

図7に示す半導体レーザモジュール1は上記のように構成されている。このような半導体レーザモジュール1を上記駆動制御手段に導通接続し、上記駆動制御手段から半導体レーザモジュール1の半導体レーザ素子2に電流を供給すると、半導体レーザ素子2からレーザ光が放射される。この放射されたレーザ光は上記レンズ9, 14から成る結合用光学系によって集光されて光ファイバ3に入射し、光ファイバ3内を伝搬して所望の用途に供される。

## 【0010】

ところで、上記半導体レーザ素子2から放射されるレーザ光の強度および波長は半導体レーザ素子2自体の温度に応じて変動する。このため、上記レーザ光の強度および波長を一定に制御すべく、上記駆動制御手段は、上記サーミスタ10から出力される出力値に基づいて、半導体レーザ素子2の温度が一定となるよう、サーモモジュール5の通電電流の向きおよび通電量を制御してサーモモジュール5の加熱動作あるいは冷却動作を制御している。このサーモモジュール5による温度制御によって、半導体レーザ素子2はほぼ一定の温度に保たれ、半導体レーザ素子2から出射されるレーザ光の強度および波長を一定にすることができます。

## 【0011】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、例えば、操作ミスや過電圧発生等によって、サーモモジュール5を加熱動作させる加熱方向の過電流がサーモモジュール5に通電してしまう異常事態が発生する場合がある。この場合、サーモモジュール5が異常に高温加熱してサーモモジュール5上に配設されている半導体レーザ素子2、基板6、レンズ9等の部品が、例えば10秒間でサーミスタ10の指示温度が200°C以上に上昇するというように急激に加熱される。

## 【0012】

ところで、上記サーモモジュール5の板部材5cがパッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12に熱的に接続されている場合には上記サーモモジュール5から発せられた熱の一部は上記パッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12を介して外部に放出される。このため、上記のようにサーモモジュール5が異常に高温加熱した際には、その高温の熱の一部が上記サーモモジュール5から光ファイバ支持部材12を介して外部に放熱されることとなり、半導体レーザ素子2やレンズ9等のサーモモジュール5上の部品に伝熱される熱量が抑制されて上記サーモモジュール5上の部品の温度上昇を緩和することができる。

## 【0013】

しかし、図7に示す例では、サーモモジュール5上の部品と、上記パッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12とは熱的に独立した状態である。このために、サーモモジュール5上の部品の熱がパッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12を通してパッケージ4の外部に放熱されることは殆ど無い。このような場合には、上記サーモモジュール5の異常高温加熱が発生した際にはそのサーモモジュール5の高温の熱がサーモモジュール5上の部品に伝熱され蓄積されてしまう。このため、サーモモジュール5上の部品の温度上昇は顕著なものとなり、次に示すような事態が発生し易くなり、問題である。

## 【0014】

例えば、上記の如く、加熱方向の過電流通電に起因したサーモモジュール5の高温加熱によって半導体レーザ素子2の温度が高温に上昇した場合には、半導体レーザ素子2の結晶内部の欠陥が成長し、半導体レーザ素子2の特性が大幅に劣

化してしまうという問題が生じる。

#### 【0015】

また、基板6は上述したようにサーモモジュール5の板部材5cに例えばIn PbAg共晶半田（融点148°C）等の半田（熱溶融接続材料）により固定されている。このために、上記の如くサーモモジュール5が異常に高温加熱した場合には、上記半田が溶融して基板6の位置ずれが生じることがある。この基板6の位置ずれにより、半導体レーザ素子2およびレンズ9が正規の位置からずれ、光ファイバ3に対して半導体レーザ素子2およびレンズ9がずれる光結合のずれ（調芯ずれ）が生じてしまうという問題が生じる。特に、上記基板6の位置ずれに起因して半導体レーザ素子2が光ファイバ3に対して角度ずれを起こすと、例えば、0.2°の角度ずれによって光出力が95%も低下してしまうという如く、光出力が大幅に低下してしまう。

#### 【0016】

さらに、上記ガラス製のレンズ9は、例えば、金属製のホルダに低融点ガラスを利用して接着固定され、このレンズ付金属製ホルダが上記基板6に固定されてレンズ9が基板6に取り付けられることがある。この場合、上記のように、サーモモジュール5が急激に異常加熱した際には、ガラスと金属の熱膨張率の大きな差によって、上記レンズ9と金属製ホルダとの接合部分（低融点ガラス）にクラックが発生してしまう。このクラック発生により、レンズ9が上記金属製ホルダから外れ、半導体レーザ素子2と光ファイバ3の光結合が損なわれてしまうという問題が生じる。

#### 【0017】

さらに、前述したように、ペルチ工素子5aと板部材5b, 5cとは半田を利用して結合されているので、上記サーモモジュール5の異常加熱により、上記半田が溶融し、例えばペルチ工素子5aが外れる等してサーモモジュール5自体が破損する虞がある。

#### 【0018】

本発明は上記課題を解決するために成されたものであり、その目的は、サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電を防止し、その過電流通電に起因した問題

発生を回避することができる半導体レーザモジュールおよび半導体レーザモジュールの駆動方法を提供することにある。

### 【0019】

#### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明は次に示す構成をもって前記課題を解決する手段としている。すなわち、第1の発明の半導体レーザモジュールは、半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールにおいて、上記サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させ、かつ、サーモモジュールに通電する電流量に応じて半導体レーザ素子の温度を可変調整する構成と成し、上記サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路上にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路が設けられ、このバイパス通路には上記加熱方向を順方向としたダイオードと、該ダイオードと逆向きのツェナーダイオードとが直列に設けられており、上記バイパス通路とダイオードとツェナーダイオードは加熱方向の電流をサーモモジュールとバイパス通路に分流通電させて加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを抑制する過電流制限手段と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

### 【0020】

また、第2の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1の発明の構成に加え、上記サーモモジュールはペルチ工素子を第1の基板と第2の基板により挟み込んで構成され、上記第1の基板と第2の基板のうちの何れか一方側に半導体レーザ素子が配置されてサーモモジュールと熱的に接続されており、また、半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光して光ファイバに導入するためのレンズを有し、このレンズは該レンズの取り付け用部材を固定している熱溶融接続材料を介してサーモモジュールの半導体レーザ素子を配置している側の基板と熱的に接続される構成と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

### 【0021】

さらに、第3の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1又は第2の発明の構成に加え、上記光ファイバはレーザ光が入射する端部に半導体レーザ素子から出射されたレーザ光を集光するレンズが形成されているレンズ付光ファイバである構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【0022】

さらに、第4の発明の半導体レーザモジュールは、上記第1又は第2又は第3の発明の構成に加え、上記サーモモジュールはペルチ工素子を第1の基板と第2の基板により挟み込んで構成され、上記第1の基板と第2の基板のうちの何れか一方側に半導体レーザ素子が配置されてサーモモジュールと熱的に接続されている構成を備え、上記半導体レーザ素子とサーモモジュールはパッケージ内に収容配置されており、上記パッケージには該パッケージの内部から外部に通じる貫通孔が設けられ、この貫通孔には光ファイバ支持部材が嵌合装着され、この光ファイバ支持部材に設けられた挿通孔を通して光ファイバの端部側がパッケージの外部から内部に導入されており、サーモモジュールの半導体レーザ素子を配置した側の基板は上記光ファイバ支持部材と熱的に独立し、サーモモジュールの半導体レーザ素子を配置した側の基板から上記光ファイバ支持部材を介してパッケージの外部への熱の放出が制限される構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【0023】

さらに、第5の発明の半導体レーザモジュールの駆動方法は、半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールの駆動方法において、上記サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させ、かつ、サーモモジュールに通電する電流量に応じて半導体レーザ素子の温度を可変調整する構成と成し、このサーモモジュールを半導体レーザ素子に熱的に接続し、サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路を設けた状態で、このバイパス通路には上記加熱方向を順方向としたダイオードと、該ダイオードと逆向きのツエナーダイオードとを直列に設け、ツエナーダイオード

ドの両端の電圧がツェナーダイオードに予め設定されている閾値を越えたときに前記加熱方向の電流をバイパス通路に分流してサーモモジュールへの加熱方向の過電流通電を抑制する構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【0024】

さらに、第6の発明の通信機器は、半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子の温度を調整するサーモモジュールと、上記半導体レーザ素子から出射されたレーザ光と光学的に結合される光ファイバとを有する半導体レーザモジュールを備えた通信機器において、上記サーモモジュールは通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させ、かつ、サーモモジュールに通電する電流量に応じて半導体レーザ素子の温度を可変調整する構成と成し、上記サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路上にはサーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路が設けられ、このバイパス通路には上記加熱方向を順方向としたダイオードと、該ダイオードと逆向きのツェナーダイオードとが直列に設けられており、上記バイパス通路とダイオードとツェナーダイオードは加熱方向の電流をサーモモジュールとバイパス通路に分流通電させて加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを抑制する過電流制限手段と成している構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【0025】

さらに、第7の発明の通信機器は、上記第6の発明の構成に加え、前記過電流制限手段は半導体レーザモジュールの電源装置内に設けた構成をもって課題を解決する手段としている。

## 【0026】

上記構成の発明において、半導体レーザモジュールは、サーモモジュールを加熱動作させる加熱方向の電流をサーモモジュールに流す電流経路上に、サーモモジュールの上流側と下流側とをサーモモジュールを迂回して短絡するバイパス通路と、上記加熱方向を順方向としたダイオードと、該ダイオードと逆向きで該ダイオードと直列に接続されたツェナーダイオードとを設けて構成されている。

## 【0027】

そして、上記バイパス通路とダイオードとツェナーダイオードは加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを抑制する過電流制限手段と成しており、ツェナーダイオードの両端の電圧がツェナーダイオードに予め設定されている閾値を超えたとき（すなわち、ツェナーダイオードのツェナー電圧を超えたとき）に、前記加熱方向の電流をバイパス通路に分流通電させて加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを抑制する。そのため、本発明においては、バイパス通路とダイオードとツェナーダイオードとを有する簡単な構成の過電流制限手段によりサーモモジュールへの加熱方向の過電流を抑制することができる。

## 【0028】

サーモモジュールを備えた半導体レーザモジュールにおいて、サーモモジュールに加熱方向の過電流が通電すると、サーモモジュールが異常に高温加熱して様々な問題を発生させてしまうが、上記の如く、過電流制限手段を設けて加熱方向の過電流を抑制する構成とすることによって、サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。したがって、本発明は、サーモモジュールの異常加熱に起因した半導体レーザ素子の特性劣化問題や光結合ずれの問題やレンズ外れによる光結合損失問題やサーモモジュールの破損問題等を防止することができる。

## 【0029】

## 【発明の実施の形態】

以下に、この発明に係る実施形態例を図面に基づいて説明する。

## 【0030】

図1には第1の実施形態例において特徴的な半導体レーザモジュールの電気配線例が示されている。この第1の実施形態例において特徴的なことは、図1に示すように、過電流制限手段（逆電流制限手段）である過電流制限回路20を設けたことである。過電流制限回路20はバイパス通路21とツェナーダイオード22とダイオード23を有して構成されており、パッケージ4の内部に設けられている。

## 【0031】

なお、第1の実施形態例の半導体レーザモジュールは、上記以外の構成が前記

図7に示した半導体レーザモジュールと同様であるので、上記図7に示した半導体レーザモジュールと同一構成部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

#### 【0032】

半導体レーザモジュール1は常温以上の環境下で使用される場合が多く、サーモモジュール5は冷却動作だけしか行わないと想定されることが多いが、第1の実施形態例において、サーモモジュール5が加熱方向の動作も行なう場合を想定している。すなわち、第1の実施形態例において、サーモモジュール5は通電電流の向きに応じて加熱動作と冷却動作を変化させ、かつ、サーモモジュール5に通電する電流量に応じて半導体レーザ素子2の温度を可変調整する構成と成している。

#### 【0033】

そして、この第1の実施形態例では、リードピン16fからリードピン16aに向かう方向に電流が通電した場合にサーモモジュール5が加熱動作を行い、また、反対に、リードピン16aからリードピン16fに向かう方向に電流が通電した場合にはサーモモジュール5が冷却動作を行うように構成されている。

#### 【0034】

図1において、サーモモジュール5よりもリードピン16a側の点Xに、上記バイパス通路21の一端側が接続され、バイパス通路21の他端側はサーモモジュール5よりもリードピン16f側の点Yに接続されている。この構成により、バイパス通路21は、サーモモジュール5への加熱方向の電流経路におけるサーモモジュール5の上流側Yと下流側Xを、サーモモジュール5を迂回して短絡している。

#### 【0035】

上記ダイオード23は、上記加熱方向を順方向としてバイパス通路21に介設されており、したがって、図2(a)に示すように、ダイオード23は、サーモモジュール5の加熱方向に電流が流れる時に導通オン状態となり、一方、サーモモジュール5の冷却方向に電流が流れる時は導通オフ状態となるように構成されている。

## 【0036】

また、上記ツエナーダイオード22は、ダイオード23と逆向きに（言い換えればサーモモジュール5の冷却方向を順方向として）バイパス通路21に介設されている。したがって、ツエナーダイオード22は、図2(b)に示すように、サーモモジュール5の冷却方向に電流が流れる時に導通オン状態となる。ただし、第1の実施形態例において、ツエナーダイオード22は上記ダイオード23と直列に接続されているために、サーモモジュール5に冷却方向の電流が流れるとときは、過電流制限回路20はオフ状態を保つように構成されている。

## 【0037】

一方、サーモモジュール5に加熱方向の電流が流れる時は、サーモモジュール5の両端の電圧、すなわちツエナーダイオード22の両端の電圧がツエナーダイオード22に予め設定された閾値（ツエナーダイオード22のツエナー電圧）に達するまではツエナーダイオード22がオフ状態と成し、閾値を越えた時にツエナーダイオード22が導通オン状態となる。

## 【0038】

したがって、第1の実施形態例において、サーモモジュール5の加熱方向の動作時も、通常（過電流が発生しない場合）は、過電流制限回路20はオフ状態を保ち、加熱方向の過電流が発生した場合にはダイオード23とツエナーダイオード22とが共に導通オン状態となって、加熱方向の電流をサーモモジュール5とバイパス通路21に分流通電させ、加熱方向の過電流がサーモモジュール5に通電するのを抑制する構成と成している。

## 【0039】

この第1の実施形態例に示す半導体レーザモジュール1は上記のように構成されており、以下に、上記過電流制限回路20の回路動作例を簡単に説明する。

## 【0040】

例えば、上記半導体レーザモジュール1をリードピン16を利用して半導体レーザモジュール駆動用の駆動制御手段に導通接続する。この状態で、上記駆動制御手段によって、リードピン16aからリードピン16fに向かう方向の電流、つまり、サーモモジュール5を冷却動作させる冷却方向の電流が通電している場

合には、上記過電流制限回路20のダイオード23は導通オフ状態となる。これにより、上記冷却方向の電流は、バイパス通路21には通電せずに、全て、サーモモジュール5に流れ込む。

#### 【0041】

また、反対に、リードピン16fからリードピン16aに向かう方向の電流（逆電流）、つまり、サーモモジュール5を加熱動作させる加熱方向の電流が通電している場合には、上記ダイオード23は導通オン状態となるが、ツェナーダイオード22の両端の電圧が上記閾値（ツェナーダイオード22のツェナー電圧）を越えるまでは導通オフ状態である。そのため、加熱方向の過電流が発生しない時は、上記加熱方向の電流は、バイパス通路21には通電せずに、全て、サーモモジュール5に流れ込む。

#### 【0042】

そして、加熱方向の過電流が発生する時には、上記加熱方向の電流はサーモモジュール5とバイパス通路21とに分流して通電するため、上記過電流の全てがサーモモジュール5に通電してしまう場合と異なり、サーモモジュール5への過電流通電を抑制することができる。

#### 【0043】

この第1の実施形態例では、前記したように、サーモモジュール5の半導体レーザ素子2を配置している側の板部材5cはパッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12と熱的に独立している。このため、サーモモジュール5に加熱方向の過電流が通電した際には、その過電流通電に起因したサーモモジュール5の高温加熱の熱がパッケージ4の側壁や光ファイバ支持部材12を介してパッケージ4の外部に放熱されず、サーモモジュール5上の部品に蓄熱されて様々な問題が発生し易い。

#### 【0044】

これに対して、この第1の実施形態例では、過電流制限回路20を設け、該過電流制限回路20によって、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電を抑制する構成としたので、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を回避することができる。

## 【0045】

つまり、第1の実施形態例は、加熱方向の過電流通電に起因したサーモモジュール5の異常加熱を抑制することができ、これにより、半導体レーザ素子2が高温に加熱されるのを防止することができる。このため、第1の実施形態例は、高温加熱による半導体レーザ素子2の結晶内部の欠陥の成長を回避することができて半導体レーザ素子2の特性劣化を防止することができる。

## 【0046】

さらに、第1の実施形態例は、半導体レーザ素子2やレンズ9等の部品の取り付け用部材である基板6とサーモモジュール5とを接続する半田等の熱溶融接続材料がサーモモジュール5の高温加熱に起因して溶融するのを回避することができ、これにより、基板6の位置ずれを防止することができる。このことにより、第1の実施形態例は、光ファイバ3に対する半導体レーザ素子2やレンズ9の位置ずれが回避されて光ファイバ3と半導体レーザ素子2の光結合ずれの発生を抑制でき、光出力低下を防止することができる。

## 【0047】

さらに、第1の実施形態例は、サーモモジュール5の基板（板部材）5c側の急激な温度上昇に起因したレンズ9と金属ホルダとの結合部分のクラック発生を抑制することができる。これにより、第1の実施形態例は、クラック発生に起因したレンズ9外れを防止することができ、半導体レーザ素子2と光ファイバ3の光結合が損なわれてしまうという事態発生を回避することができる。

## 【0048】

さらに、第1の実施形態例は、ペルチ工素子5aと板部材5b、5c間の半田溶融も防止することができるので、サーモモジュール5自体の破損をも回避することができる。

## 【0049】

以上のように、この第1の実施形態例は特徴的な過電流制限回路20を設けることによって、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。このことにより、第1の実施形態例は、半導体レーザモジュール1の光結合や耐久の信頼性を格段に向上させることができる。

## 【0050】

また、第1の実施形態例は、過電流制限回路20をバイパス通路21とダイオード23とツェナーダイオード22とを設けて構成しており、ツェナーダイオード22の両端の電圧がツェナーダイオード22のツェナー電圧に達するまでは、サーモモジュール5の加熱方向の制御を冷却方向の制御と同様に行なうことができるために、サーモモジュール5の冷却動作と加熱動作とを適宜自在に制御でき、しかも、上記の如く加熱方向の過電流を抑制できる優れた半導体レーザモジュールとすることができる。

## 【0051】

さらに、第1の実施形態例は、バイパス通路21とダイオード23とツェナーダイオード22とを設けた簡単な構成で過電流制限回路20を形成しており、このような非常に簡単な構成で上記優れた効果を奏すことができる。

## 【0052】

以下に、第2の実施形態例を説明する。この第2の実施形態例が前記第1の実施形態例と異なる特徴的なことは、図3に示すように、サーモモジュール5に並列にサージ電流通電用のコンデンサ25を設けたことである。それ以外の構成は前記第1の実施形態例と同様であり、この第2の実施形態例の説明では、前記第1の実施形態例と同一構成部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。

## 【0053】

この第2の実施形態例では、上記のように、コンデンサ25をサーモモジュール5に並列に設けたので、瞬間的な大電流であるサージ電流が発生した際には、そのサージ電流が上記コンデンサ25に通電してサーモモジュール5には通電しない。これにより、サージ電流通電に起因したサーモモジュール5の破損を防止することができる。

## 【0054】

つまり、サージ電流は周波数が高いものであり、また、コンデンサは周波数が高くなる程そのインピーダンスが小さくなる。このために、上記サージ電流が発生してサーモモジュール5に通電しようとしても、そのサージ電流の殆どは上記コンデンサ25に流れることとなる。これにより、サージ電流がサーモモジュー

ル5に通電するのを抑制することができ、サージ電流通電に起因したサーモモジュール5の破損問題を防止することができる。

#### 【0055】

また、サーモモジュール5に加熱方向のサージ電流が通電すると、サーモモジュール5上の部品が瞬間的に温度上昇して前述したような様々な問題が生じる虞があるが、この第2の実施形態例では、上記のように、コンデンサ25によって、サーモモジュール5へのサージ電流通電が抑制されるので、前記したような半導体レーザ素子2の特性劣化問題や、半導体レーザ素子2と光ファイバ3の光結合ずれ問題や、レンズ9外れに起因して光結合が損なわれる問題等の様々な問題を防止することができる。

#### 【0056】

この第2の実施形態例によれば、前記第1の実施形態例と同様に、過電流制限回路20が設けられているので、前記第1の実施形態例と同様に、上記過電流制限回路20によって、サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電を抑制することができ、加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。その上、上記のように、コンデンサ25をサーモモジュール5に並列に設けたので、該コンデンサ25によって、サージ電流通電に起因した問題発生をも防止することができる。

#### 【0057】

なお、この発明は上記各実施形態例に限定されるものではなく、様々な実施の形態を探り得る。例えば、上記各実施形態例では、上記過電流制限回路20はパッケージ4内に設けられており、過電流制限機能付半導体レーザモジュールの例を示したが、例えば、図4に示すように、従来と同様の構成を持つ半導体レーザモジュール1と、半導体レーザモジュール用の駆動制御手段との間に、図4の点線で囲まれているようなバイパス通路21とツェナーダイオード22とダイオード23とから成る過電流制限回路20を設けて半導体レーザモジュールを駆動するようにしてもよい。

#### 【0058】

さらに、同様に、上記第2の実施形態例に示したと同様のコンデンサ25も、

図4の鎖線に示すように、半導体レーザモジュール1の外に設けててもよい。上記図4に示す半導体レーザモジュール1の外部に設けられる過電流制限回路20、コンデンサ25は上記各実施形態例に示した過電流制限回路20、コンデンサ25と同様な機能を果たし、上記各実施形態例と同様の効果を奏することができる。

#### 【0059】

さらに、上記各実施形態例では、図7(a)に示すように、光ファイバ3とは別個のレンズ9、14を用いて結合用光学系を形成していたが、図5に示すように、上記レンズ9、14を利用せずに、レンズ付光ファイバ3を用いて結合用光学系を形成してもよい。上記レンズ付光ファイバ3とは、半導体レーザ素子2から出射されたレーザ光を集光するレンズ3aを備えた光ファイバである。

#### 【0060】

上記レンズ付光ファイバ3は、次に示すように、半導体レーザモジュール1に組み込まれる。例えば、図5に示すように、基板6に固定部材（例えばステンレス製）27が取り付けられ、この固定部材27に光ファイバ支持部材28がYAGレーザ溶接等により固定されている。また、パッケージ4に形成された貫通孔4cには光ファイバ支持部材29が嵌合装着してPbSn半田等の接合材料30により固定されている。上記光ファイバ支持部材28、29にはそれぞれ挿通孔が設けられており、これら挿通孔を通して光ファイバ3がパッケージ4の外部から内部に導入され、この光ファイバ3の先端と半導体レーザ素子2とは光結合が成される適宜の間隔を介して配置されている。上記以外の構成は前記図7(a)に示す構成と同様であり、ここでは、その重複説明は省略する。

#### 【0061】

上記光ファイバ支持部材28、29は例えばFe-Ni-Co合金等の熱伝導性材料により構成されている。図5に示す構成では、サーモモジュール5における半導体レーザ素子2が配置されている側の基板（つまり、板部材5c）は厳密には光ファイバ3を通して光ファイバ支持部材29に熱的に接続されている。しかし、光ファイバ3は例えば125μm程度の細径の石英ガラス製であるために、サーモモジュール5の板部材5cから光ファイバ3を通して光ファイバ支持部

材29に伝熱される熱量は非常に僅かである。

#### 【0062】

これにより、サーモモジュール5の板部材5cは上記光ファイバ支持部材29と熱的に独立していると同様である。すなわち、この図5に示す構成では、サーモモジュール5の板部材5cから上記光ファイバ支持部材29を介してパッケージ4の外部への熱の放出が制限される構成である。

#### 【0063】

このような構成では、前記したように、サーモモジュール5への過電流通電に起因してサーモモジュール5が異常に高温加熱した際に、その高温の熱がサーモモジュール5上の部品に蓄積されて様々な問題が生じる。これに対して、上記各実施形態例に示したようなサーモモジュール5への過電流通電を抑制する構成を備えることによって、上記サーモモジュール5への過電流通電に起因した問題を防止することができ、非常に有効である。

#### 【0064】

また、図6は、本発明の通信機器の一例となる光ファイバ増幅器を示している。光ファイバ増幅器40は、信号光を入力する信号光入力部41と、該信号光入力部41から入力した信号光を増幅するEDF（エルビウムドープファイバ）44と、該EDF44によって増幅された信号光を出力する信号光出力部42と、前記EDF44を励起する励起用半導体レーザモジュール（励起用の半導体レーザモジュール）1と、駆動制御手段となる制御回路47によって制御される電源回路（電源装置）46とを少なくとも有している。

#### 【0065】

電源回路46は、励起用半導体レーザモジュール1に給電する電源部45と、該電源部45と励起用半導体レーザモジュール1に対し並列に接続された過電流制限回路20とを有した構成と成している。過電流制限回路20は、図1、図4に示した構成と同様に、バイパス通路21とツェナーダイオード22とダイオード23とから成る。なお、図6の図中、43は、光波長合分波器として機能する光カプラを示している。

#### 【0066】

次に、この光ファイバ増幅器40の動作を説明する。信号光入力部41からは例えば1550nm帯の信号光が入力され、この信号光は、光カプラ43を介してEDF44内に入力される。励起用半導体レーザモジュール1は980nm帯もしくは1480nm帯の励起光を発生し、光カプラ43を介してこの励起光をEDF44に供給する。EDF44は励起用半導体レーザモジュール1から出力された励起光により励起状態とされ、前記入力された信号光のパワーを増幅する。EDF44で増幅された信号光は信号光出力部42から出力される。

#### 【0067】

ここで、励起用半導体レーザモジュール1の内部の温度情報が常に制御回路47に入力されており、制御回路47はその温度情報に基づいて制御信号を出力している。制御信号は電源回路46の電源部45に入力され、電源部45は制御信号に基づいて励起用半導体レーザモジュール1内のサーモモジュール（図6には図示せず）に給電し、励起用半導体レーザモジュール1内部の温度を一定に保つ動作を行なう。

#### 【0068】

上記光ファイバ増幅器40では、図1、図3、図4の場合と同様に、励起用半導体レーザモジュール1のサーモモジュールの冷却方向に電流が流れる場合には、過電流制限回路20はオフ状態となっているが、該サーモモジュールの加熱方向に過度の電流が流れた場合には、過電流制限回路20がオン状態となる。

#### 【0069】

このように、過電流が励起用半導体レーザモジュール1のサーモモジュールに通電するのを抑制することができるので、励起用半導体レーザモジュール1から出力される光出力の低下が防止され、これにより、上記光ファイバ増幅器40は信号光を安定して増幅することができる。

#### 【0070】

なお、本発明に係る半導体レーザモジュール、その駆動方法、および通信機器は、サーモモジュールによって温度制御される半導体レーザモジュールを備えたものであれば、どのようなものにも適用できるが、特に上述したような光ファイバ増幅器に使用される980nm帯や1480nm帯の励起用半導体レーザモジ

ユールでは、半導体レーザ素子からの発熱量が大きく、また、高温環境下で使用されることが多いため、半導体レーザ素子の冷却のために、サーモモジュールに流す電流が大きい。このため、本発明の半導体レーザモジュール、その駆動方法お、通信機器は、励起用半導体レーザモジュールおよびその駆動方法、および光ファイバ増幅器として好適である。

## 【0071】

## 【発明の効果】

この発明の半導体レーザモジュールおよび半導体レーザモジュールの駆動方法によれば、サーモモジュールに加熱方向の過電流が印加されることを抑制する過電力制限手段を設け、ツェナーダイオードの両端の電圧がツェナーダイオードに予め設定されている閾値を越えたときに前記加熱方向の電流をバイパス通路に分流通電させて加熱方向の過電流がサーモモジュールに通電するのを抑制するため、簡単な構成の過電流制限手段によりサーモモジュールへの加熱方向の過電流を抑制することができる。

## 【0072】

すなわち、サーモモジュールに加熱方向の過電流が通電すると、サーモモジュールが異常に高温加熱して様々な問題を発生させてしまうが、上記の如く、過電流制限手段を設けて加熱方向の過電流を抑制する構成とすることによって、サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電に起因した様々な問題を防止することができる。

## 【0073】

したがって、本発明は、サーモモジュールの異常加熱に起因した半導体レーザ素子の特性劣化問題や光結合ずれの問題やレンズ外れによる光結合損失問題やサーモモジュールの破損問題等を防止することができる。

## 【0074】

また、本発明の半導体レーザモジュールは、過電流制限手段を、バイパス通路とダイオードとツェナーダイオードとを設けて構成しており、ツェナーダイオードの両端の電圧がツェナーダイオードに設定されている閾値に達するまでは、サーモモジュールの加熱方向の制御を冷却方向の制御と同様に行なうことができる

ために、用途に応じてサーモモジュールの冷却動作と加熱動作とを自在に制御でき、かつ、上記過電流抑制もできる優れた半導体レーザモジュールとすることができる。

## 【0075】

また、サーモモジュールの半導体レーザ素子が配置されている側の基板が光ファイバ支持部材と熱的に独立し、上記サーモモジュールの基板から上記光ファイバ支持部材を介してパッケージの外部への熱の放出が制限されるものにあっては、サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電が発生した際に、サーモモジュールから発せられた高温の熱はパッケージの外部に放熱されずに殆どの熱がサーモモジュールに熱的に接続している半導体レーザ素子等の部品に伝熱されて蓄積され、その部品の急激な温度上昇を引き起こして様々な重大な事態を招く虞がある。

## 【0076】

このような構成のものに、本発明において特徴的な過電流制限手段を設けることによって、上記サーモモジュールへの加熱方向の過電流通電を抑制することができ、これにより、上記重大な事態発生を防止することができ、非常に有効である。

## 【0077】

さらに、本発明の通信機器によれば、簡単な構成の過電流制限手段により半導体レーザモジュールのサーモモジュールへの加熱方向の過電流を抑制することができるので、安全で的確な動作が可能な優れた通信機器とすることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

第1の実施形態例において特徴的な半導体レーザモジュールの電気配線の一例を示す説明図である。

## 【図2】

上記実施形態例に設けられたダイオード23の動作(a)とツェナーダイオード22の動作(b)の説明図である。

## 【図3】

第2の実施形態例において特徴的な半導体レーザモジュールの電気配線例を示す説明図である。

【図4】

その他の実施形態例を示す説明図である。

【図5】

さらに、その他の実施形態例を示す説明図である。

【図6】

本発明に係る通信機器の一実施形態例を示す説明図である。

【図7】

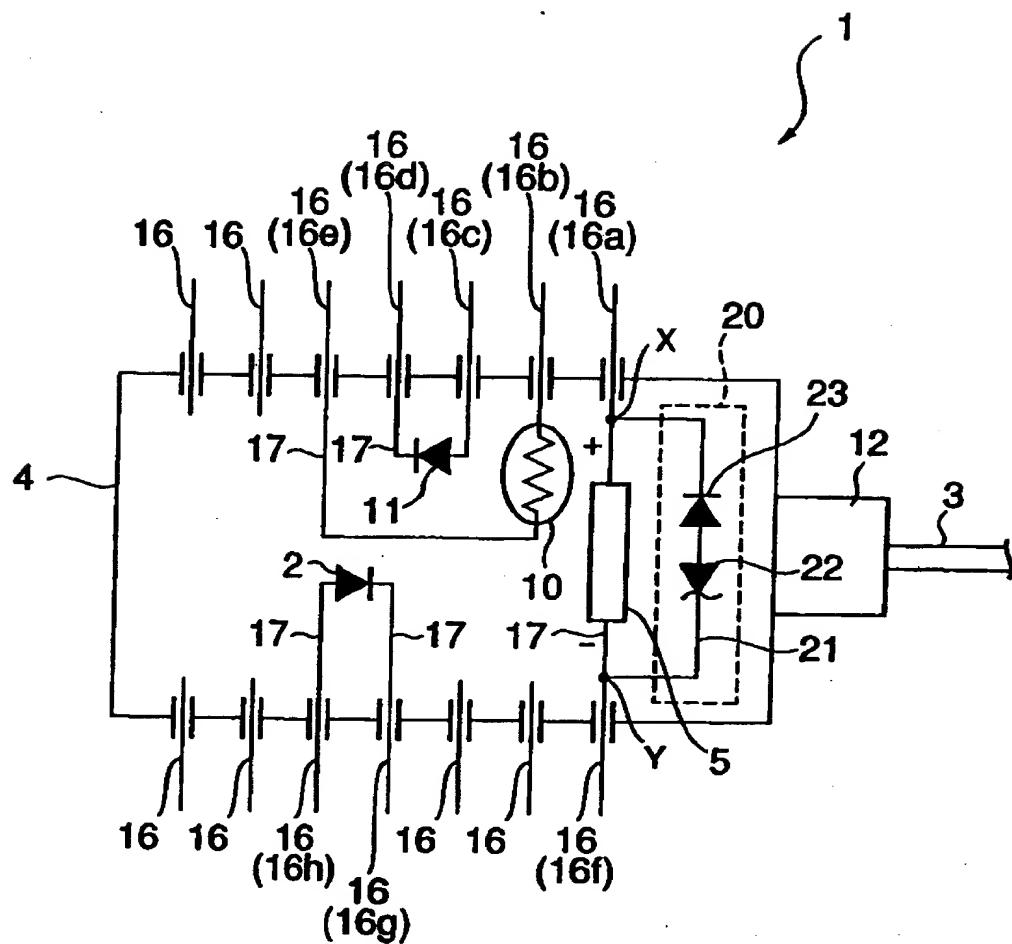
半導体レーザモジュールの一構造例およびその半導体レーザモジュールの従来の電気配線例を示す説明図である。

【符号の説明】

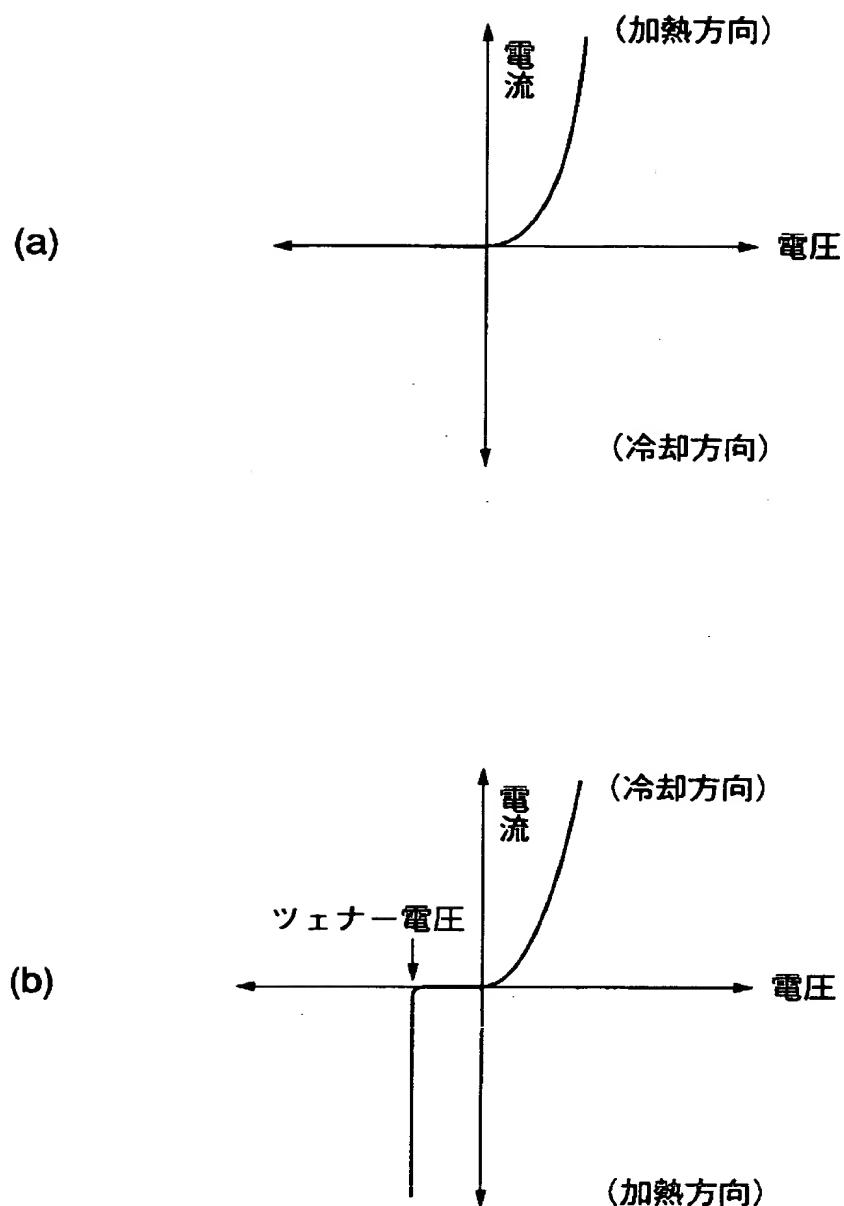
- 1 半導体レーザモジュール
- 2 半導体レーザ素子
- 3 光ファイバ
- 4 パッケージ
- 5 サーモモジュール
- 9, 14 レンズ
- 12, 29 光ファイバ支持部材
- 20 過電流制限回路
- 21 バイパス通路
- 22 ツエナーダイオード
- 23 ダイオード
- 25 コンデンサ

【書類名】 図面

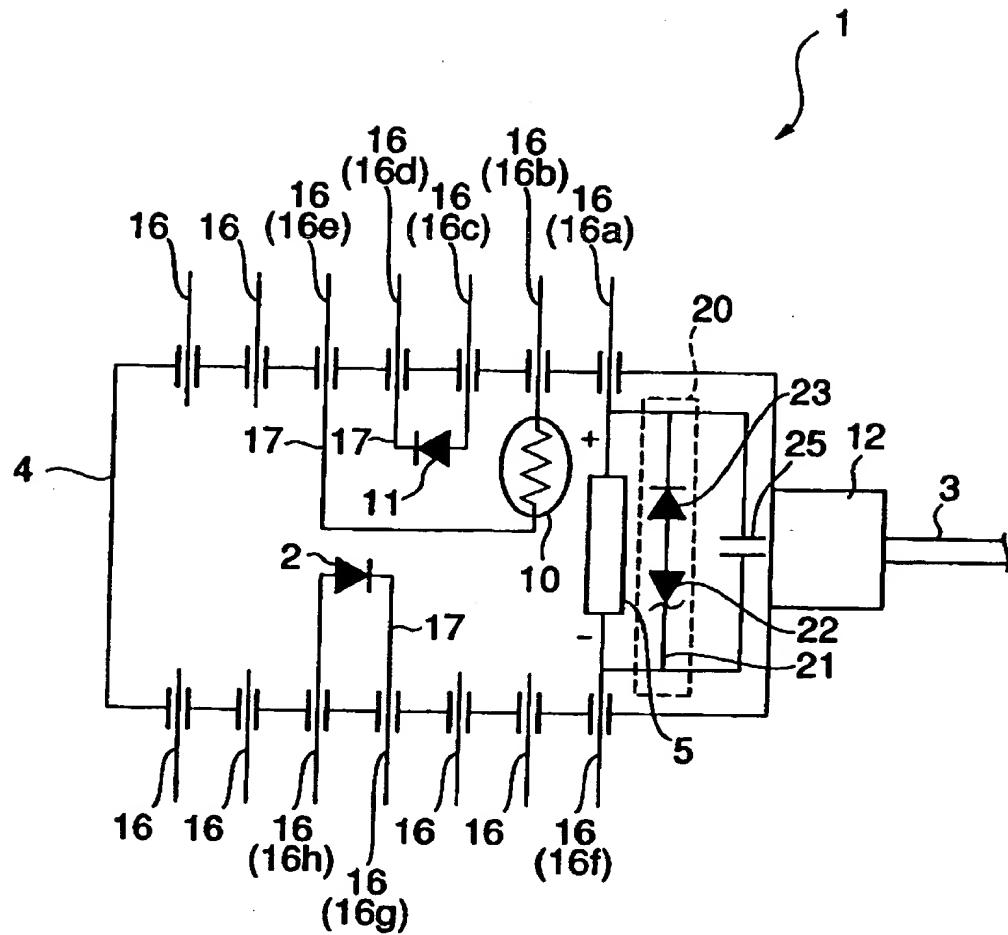
【図1】



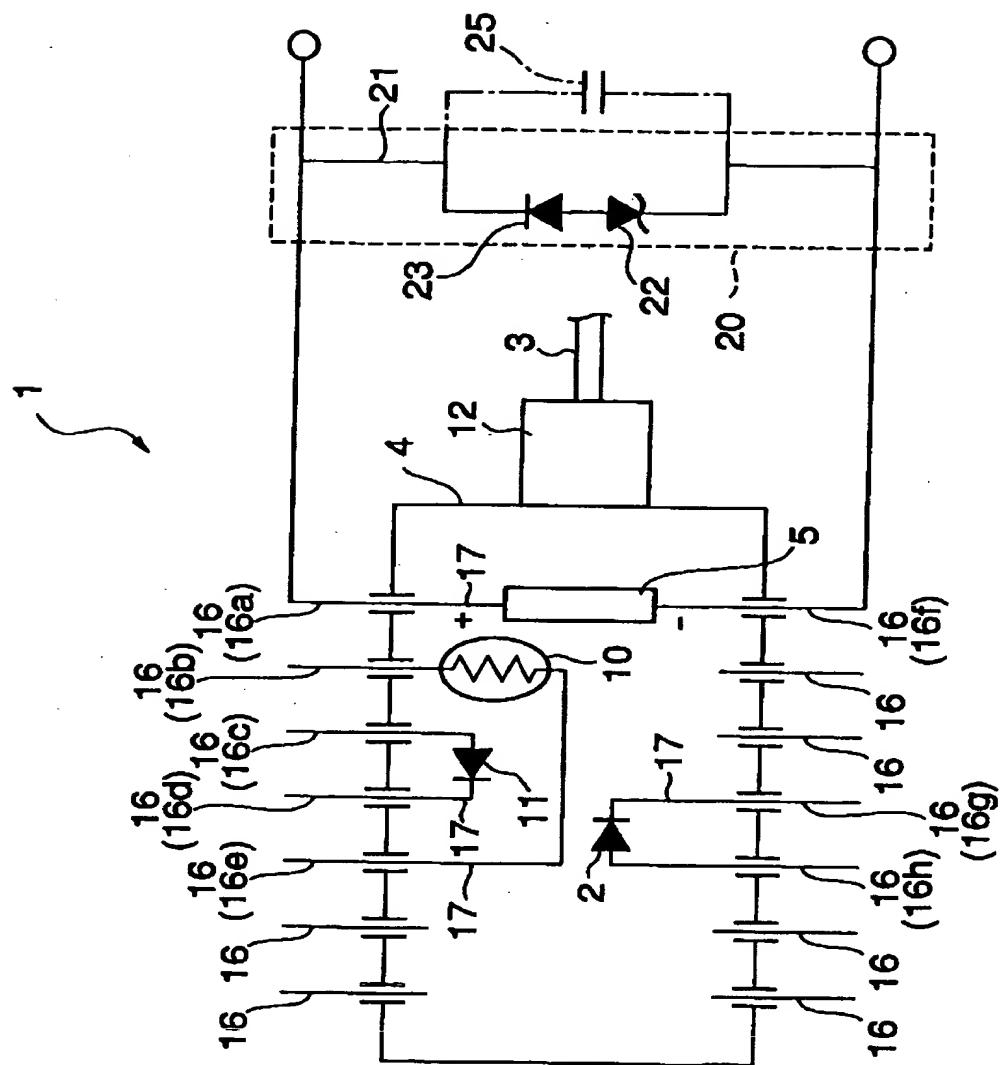
【図2】



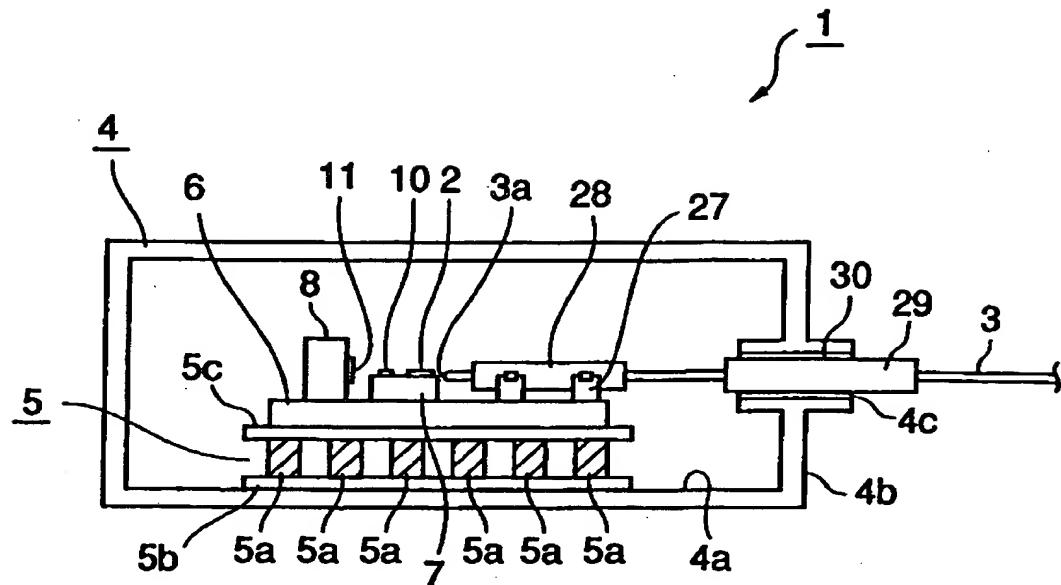
【図3】



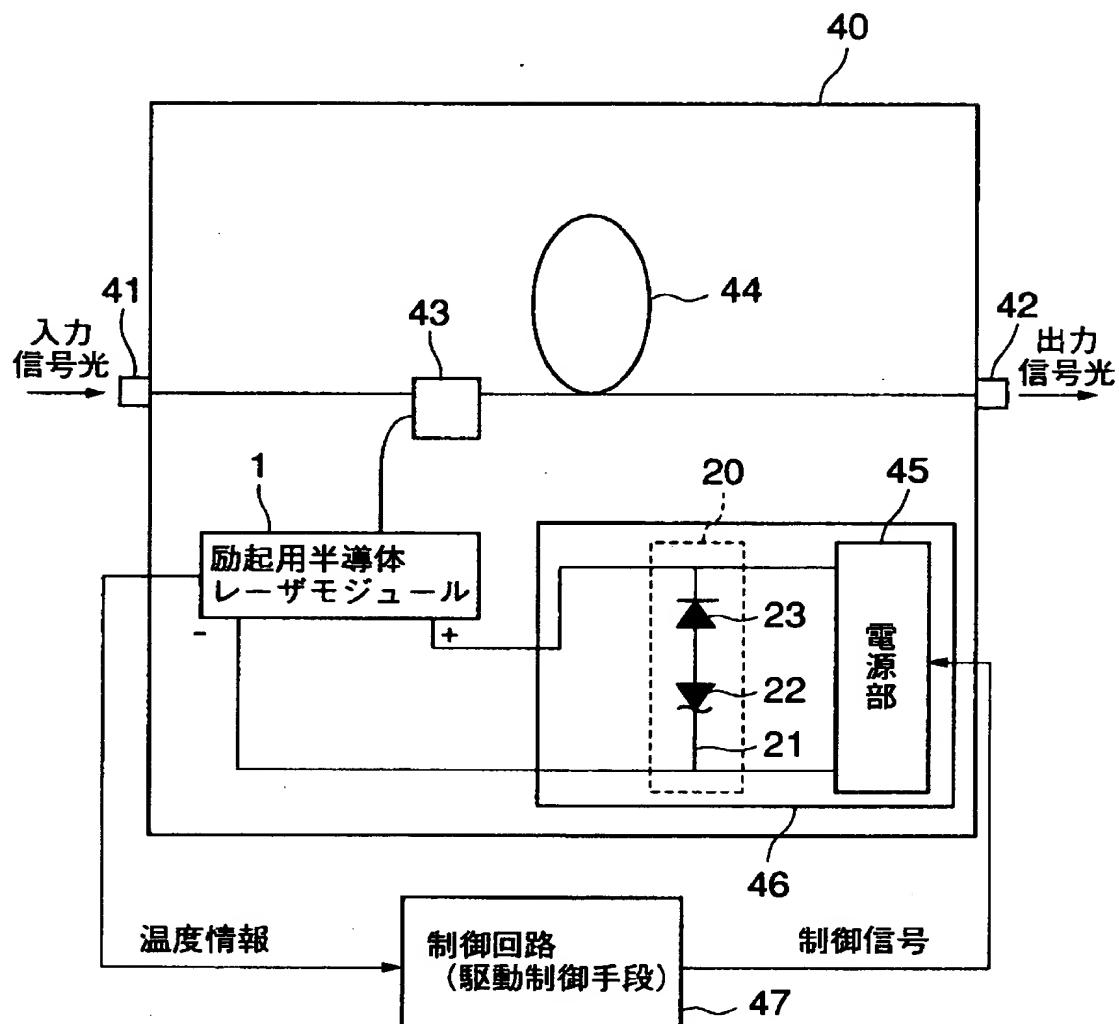
【図4】



【図5】

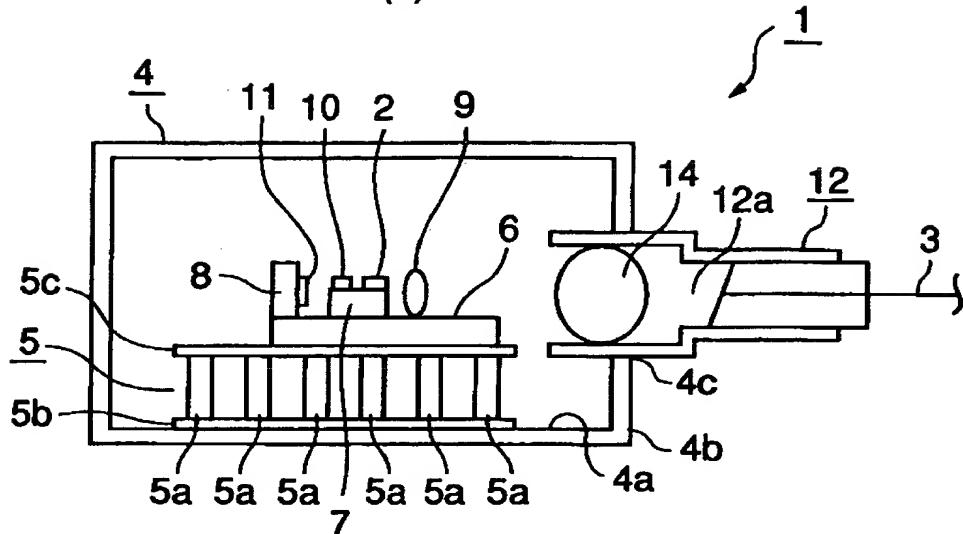


【図6】

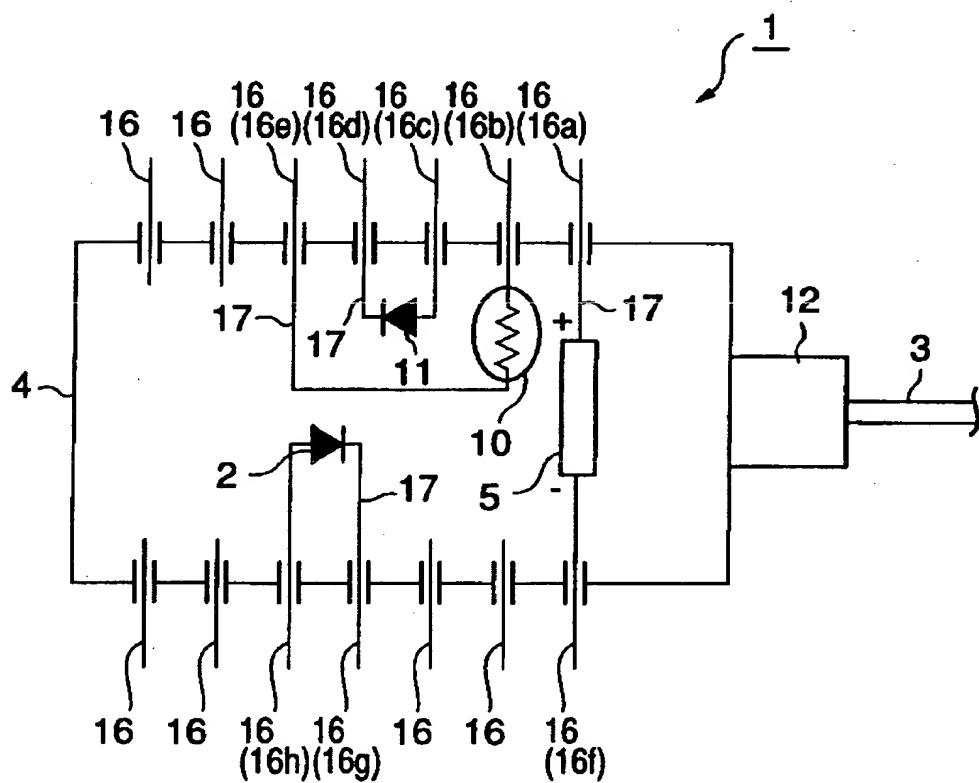


【図7】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 サーモモジュールへの過電流通電を抑制する。

【解決手段】 サーモモジュール5はリードピン16fからリードピン16aに向かう方向の電流が通電する際には加熱動作を行い、反対に、リードピン16aからリードピン16fに向かう方向の電流が通電する際には冷却動作を行う。サーモモジュール5への加熱方向の過電流通電を抑制する過電流制限回路20を設ける。過電流制限回路20はバイパス通路21とツエナーダイオード22とダイオード23を有し、ツエナーダイオード22とダイオード23は逆向きに接続する。加熱方向の電流が通電するときにはダイオード23が導通オン状態となり、ツエナーダイオード22のツエナー電圧を越えた時に電流がサーモモジュール5とバイパス通路21とに分流して流れる。これにより、サーモモジュール5への過電流通電を抑制することができる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005290]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

氏 名 古河電気工業株式会社